

浅谈一种混模盾构机设计应用

李翔

(中铁工程装备集团有限公司 河南 郑州 450016)

摘要:在城市地铁建设中,因地铁隧道区间水文地质情况各不相同,需采用的掘进模式也不尽相同。为此我们开展了在一台盾构机上同时具有多种模式掘进的课题研究。根据目前地铁施工常用到的两种模式(土压平衡模式/泥水平衡模式),通过设计把这两种模式的功能集中到一台盾构机上。实践表明,混模盾构机的适用性更广泛、更安全、更经济,将是地铁施工未来发展的方向标。

关键词:浅谈;混模;盾构机;设计应用

0 引言

地铁是解决大城市交通拥挤破解出行难的最好解决方案,地铁建设施工最重要的设备就是盾构机,但由于各个区间的地下水文地质相差较大,主城区的大部分线路要穿越老旧小区,施工安全是首要任务,地铁施工地层的多样性、复杂性给盾构机施工带来极大的安全风险挑战。为了使盾构施工能够在更复杂多变的地层快速、安全、经济施工,我们通过积极研究思考,在单一模式盾构机的基础上进行优化设计和创新,把更适应项目施工的两种模式甚至多种模式的功能集合在一台盾构机上,因此一种混模盾构机(土压平衡模式/泥水平衡模式)应运而生,当然也可以是其他模式混合(如敞开式/泥水平衡模式)。

1 工程概况

南宁地铁五号线旱塘站—新阳路站区间掘进需下穿老自行车总厂居民楼、新福鞋料市场、五一中路小学、丽江花园小区、三元小区、地宝小区等矮小旧居民楼后,到达邕江南岸江滩,穿越邕江、侧穿中兴大桥后沿明秀西路向北行进到达新阳路站接收。

1.1 区间右线水文地质情况

区间主要穿越的地层为粉土、粉细砂层、圆砾层和粉砂质泥岩,其中江中段隧道所在地层主要是粉砂质泥岩,隧道顶层的地层主要为圆砾层和粉砂质泥岩,江中段施工长度约600 m,下穿邕江水面长度约400 m,水深最高为25.75 m(常水位67m)。

经过对工程的水文地质进行勘察和研究后,最终决定采用一种全新混模盾构机来施工,混模盾构机同时具备土压和泥水两种模式,可以根据地层需要快速选择其中一种模式掘进。

1.2 确定研发具体方向

针对该项目的特殊性我们成立了研发领导小组,确定了研发的具体方向,把传统土压盾构机和泥水盾构机进行高度融合,即同一台盾构具备2种模式功能。在设计时多次模拟三维空间是否足够布局,在确保土压功能不变的情况下,植入泥水系统各管路以及泥水气垫平衡仓等。经过大量的计算,在保留螺旋机安装位置的情况下,将气垫仓进行了异形设计,并适当在纵向尺寸上加大,保持与单一泥水盾构气垫

仓一致的容积,确保在泥水模式掘进时泥水仓的压力波动值最小,确保在泥水平衡模式下掘进施工更安全。

区间右线0~459环,根据地质及地面的实际情况,因地面矮旧房子较多,房子基础又浅,结构又是砖混结构,控制沉降是首要任务,因此采用泥水模式进行掘进施工是最好的保障(因为土压平衡模式掘进控制地表沉降效果要比泥水平衡模式差)。

区间右线481~863环通过邕江段,由于隧道洞身全部处于粉质砂泥岩种,并且地层均一透水性较差,快速施工水压并不大。因隧道上方为邕江,沉降不是控制的首要任务,因此更适合采用土压平衡模式进行掘进施工。若采用泥水平衡模式掘进极容易造成泥浆筛分困难,掘进效率将会十分低下,由于地层含泥量大,不但筛分困难还容易结泥饼发生堵仓的风险。

区间右线864~1301环,由于地层发生变化,含砂量增多,水压增大,因此采用泥水平衡模式进行掘进施工更为安全,更为高效快捷。该段由于地层含砂量大大增加,泥浆筛分变为容易,同时又避免了采用土压平衡模式因水压大而喷涌的问题。

区间右线1301~1329环地层为复合地层,并且已经是上坡掘进,水压不大,地层含泥量还是比较大,不易筛分。宜采用土压平衡模式进行掘进施工。

区间1330~1399环时,因地面埋深越来越浅,并且建构筑物较多,地层含砂量相对较多,筛分容易,掘进控制地面沉降是首要任务,宜采用泥水平衡模式掘进施工。

泥水平衡模式掘进一定会产生废浆,废浆在城市施工中处理成本是十分高昂的,但采用了混模盾构机施工,就可以把在泥水平衡模式掘进时的废浆用一个足够大的池子储存好,当转换成土压平衡模式掘进时,就可以把废浆当成膨润土添加剂注入土仓改善碴土使用,真正的变废为宝,节省了大量处理废浆的成本和采购膨润土的成本,一举两得,成本节约明显。

1.3 混模盾构

混模盾构是集泥水平衡模式和土压平衡模式功能于一体的集合型盾构机,它的造价比单一模式盾构机的造价略高,但它的使用成本可大大降低,施工效率提高明显,并不

是简单的一加一等于二的效果，而是一加一远远大于二的效果。

2 模式转换步骤

2.1 泥水模式转换土压模式

(1) 首先要在掘进的情况下用比重密度较低泥浆清洗土仓、气垫仓,尽可能把仓内的渣土排出。

(2) 打开螺旋机土仓隔板上的前闸门, 伸出螺旋机进入土仓内。

(3) 先采用旁通的循环模式继续掘进, 用土仓隔板上部的进浆管作为转换时临时排浆管, 并打开旁通阀门进行排浆, 同时可注入适量泡沫改良剂 (或注入膨润土稠泥浆)。

(4) 观察顶部管路持续有泥浆流出时, 需要暂停推进, 但刀盘需要继续转动。刀盘扭矩要比转换前增高 $400 \sim 500$ kNm 时, 说明土仓的泥浆已经比较稠, 可以采用土压平衡模式出渣了。

2.2 土压模式转泥水模式

(1) 在确定要进行模式转换时,在土压模式掘进过程中,首先做好土仓内的渣土改良工作,主要是改变土仓内渣土的密度。

(2) 在土压模式的掘进过程中,通过盾构机上部泥水系统的进浆管向土仓同时注入泥浆以改变渣土的和易性、流动性以及保持土仓压力,加入的泥浆压力要略高于土仓压力。

(3) 在保证螺旋机出土口不喷涌的情况下,继续向土仓内加注泥浆,尽可能降低渣土的密度,增加渣土的和易性、流动性。直到螺旋机出土口出现较稀的泥浆时,有一定的喷涌情况,先关闭螺旋机闸门,继续转动刀盘。

(4) 关注土压力值不能超过预定目标值, 土压力达到

设定值时, 关闭泥浆注入阀门, 停止泥浆注入, 继续转刀盘搅拌, 由于泥浆会扩散, 土压力值会降低, 等到土压力降低 0.1 bar 时, 继续注入泥浆, 保持土压力一定时间内不变化。缩回螺机并关闭螺旋机前部的土仓隔板闸门, 然后开始打开泥水模式的循环管路, 管路疏通后, 就可以采用泥水模式正常掘进了。

3 混模盾构机的优点和效果

①该带有气垫仓的混模盾构机在南宁乃至全国尚属首次使用,该机是针对南宁地铁5号线旱塘路一站一区间的水文地质、地层多变的特点量身打造,属国内首创,技术世界领先的设备。

②该混模盾构机既具备在粉质细砂、圆砾复合地层中采用泥水平衡模式下穿既有建筑物要求沉降控制特别高的要求,又能发挥在全断面泥岩、中风化岩、微风化岩地层中采用土压平衡模式快速掘进施工功能。

③该混模盾构机还具有不少经济优点。如能够在转换为土压平衡掘进模式时,消耗在泥水平衡模式下产生的废浆,达到真正变废为宝的效果。本区间右线(总长 1399 环)采用该混模盾构机掘进比左线采用单一泥水平衡盾构机掘进提前 1.5 个月贯通,施工质量更好,沉降控制更理想,直接施工成本节省 500 多万元,经济效益及安全性凸显。

4 结语

通过混模盾构机设计应用的实践证明,混模盾构机更可靠、更安全、更经济,更适用。混模盾构机今后将会成为地铁施工首选的主流机型。

参考文献:

[1] 马福东.盾构隧道穿越江底溶洞发育区若干关键技术探析[J].铁道标准设计,2018,62(1):93

